بسم الله الرحمان الرحيم

دروس العلوم الفيزيائية للسنة الثالثة ثانوي

شعبة : العلوم التجريبية

تقني رياضي : الهندسة المدنية

الهندسة الكهربائية

الهندسة الميكانيكية

هندسة الطرائق

رياضيات

المنهاج : المتابعة الزمنية لتحول كيميائي بطيئ

التحولات النووية

الظواهر الكهربائية

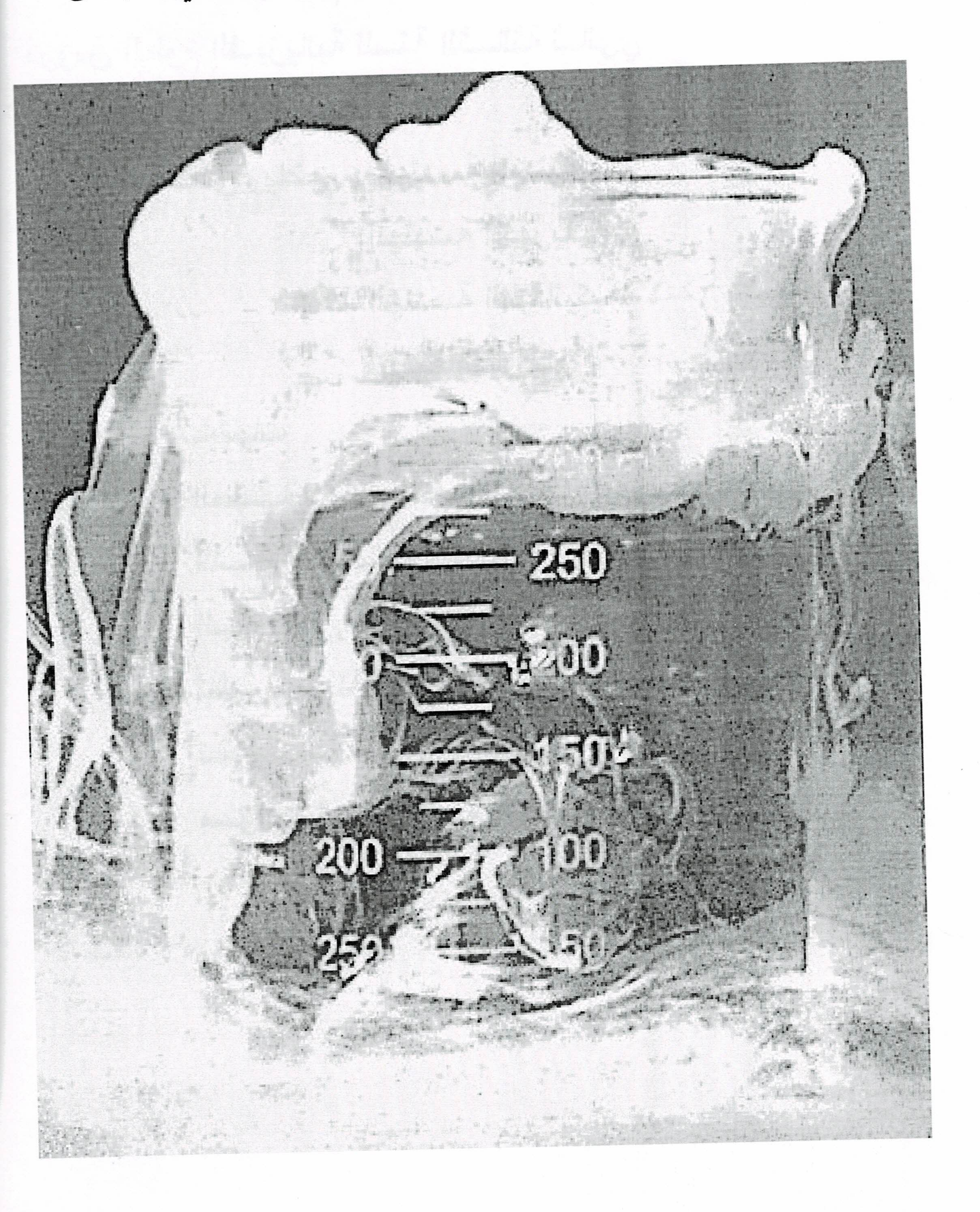
تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

تطور جملة ميكانيكية

مراقبة تطور جملة كيميائية

الأستاذ : موايسي محمد

الوحدة 01 : المتـــابعة الزمـنية لتحـول كيمـيائـي بطيـئ



مـفـاهــيم أســاســية في الــكيــميــاء

I- حـساب كمية المادة :

في حـالة جـسم صلـب :

$$n = \frac{m}{M}$$

حيث : m الكتلة الجسم بوحدة الغرام g

M الكتلة المولية وحدته g/mol

في حـالة الـمحالـيل :

$$n = C.V$$

حيث : C التـركيز الـمولي بوحدة mol/l

V حـجم المحلول بوحدة l

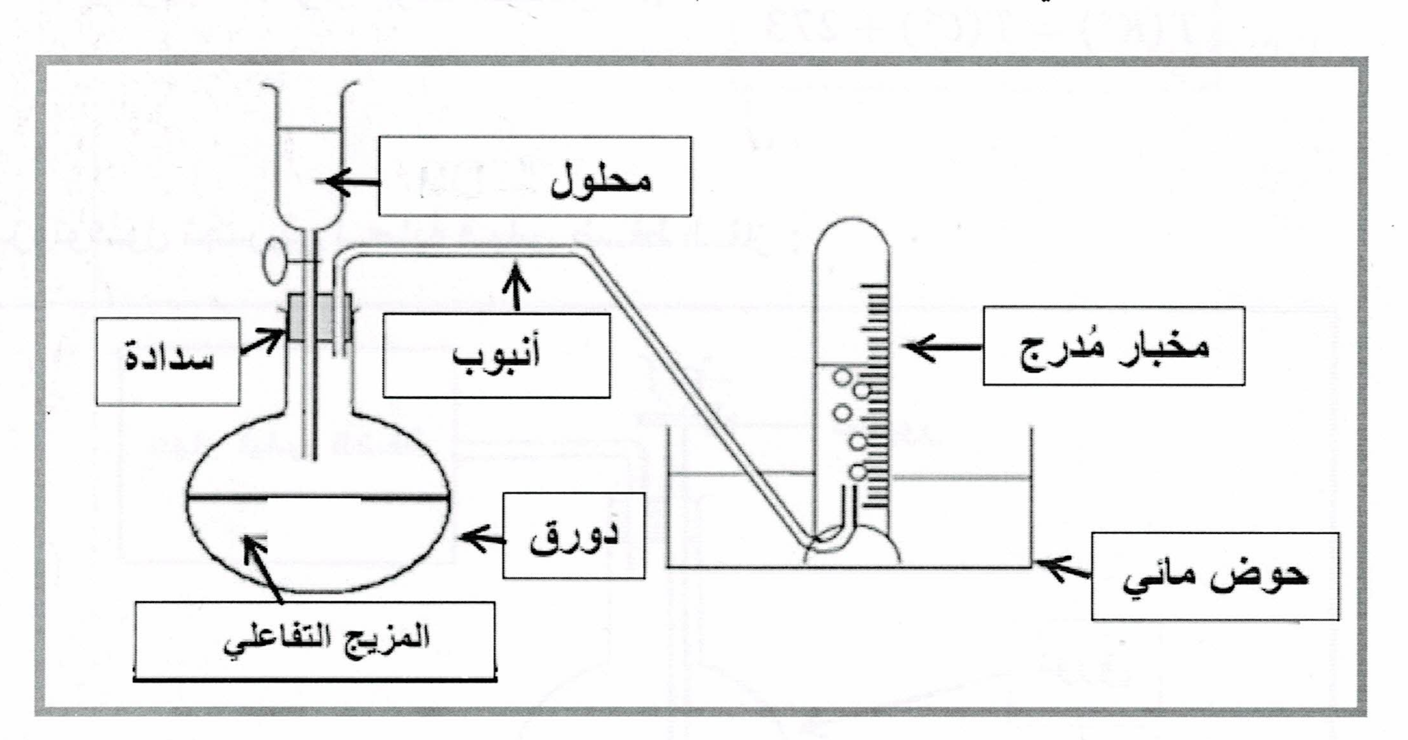
في حـالة غـاز :

$$n = \frac{V_g}{V_M}$$

حيث : V_g حـجم الـغاز بوحدة l

V_M الحـجم الـمولي للـغازات بوحدة l/mol (يـعطى في الشروط النظامية)

بـروتوكـول تجـريبي لـعملية قـياس حـجم الـغاز المنطلق :



نملأ أنبوب إختبار مدرج بالماء و ننكسه عـلى حوض ممـلوء بالمـاء عند انطـلاق الغاز يبدأ مـستوى المـاء بالـنزول تدريـجيا في الأنبـوب و يــحل محله الـغاز الناتج فيحجز هنـاك

في حـالة الــغازات المثـالـــية :

$$P.V = n.R.T$$

حيث :

- P ضـــغط الــغاز بوحدة الباسكال pa

$$n = \frac{P.V}{R.T}$$

بــعض وحدات الضغط :

$1\ bar = 10^5\ pa$

$1\ atm = 1{,}013 \times 10^5\ pa$

$1\ hpa = 10^2 pa$

$1\ Kpa = 10^3\ pa$

$1\ atm = 76\ cm\ Hg$ (سنتمتر زئبقــي)

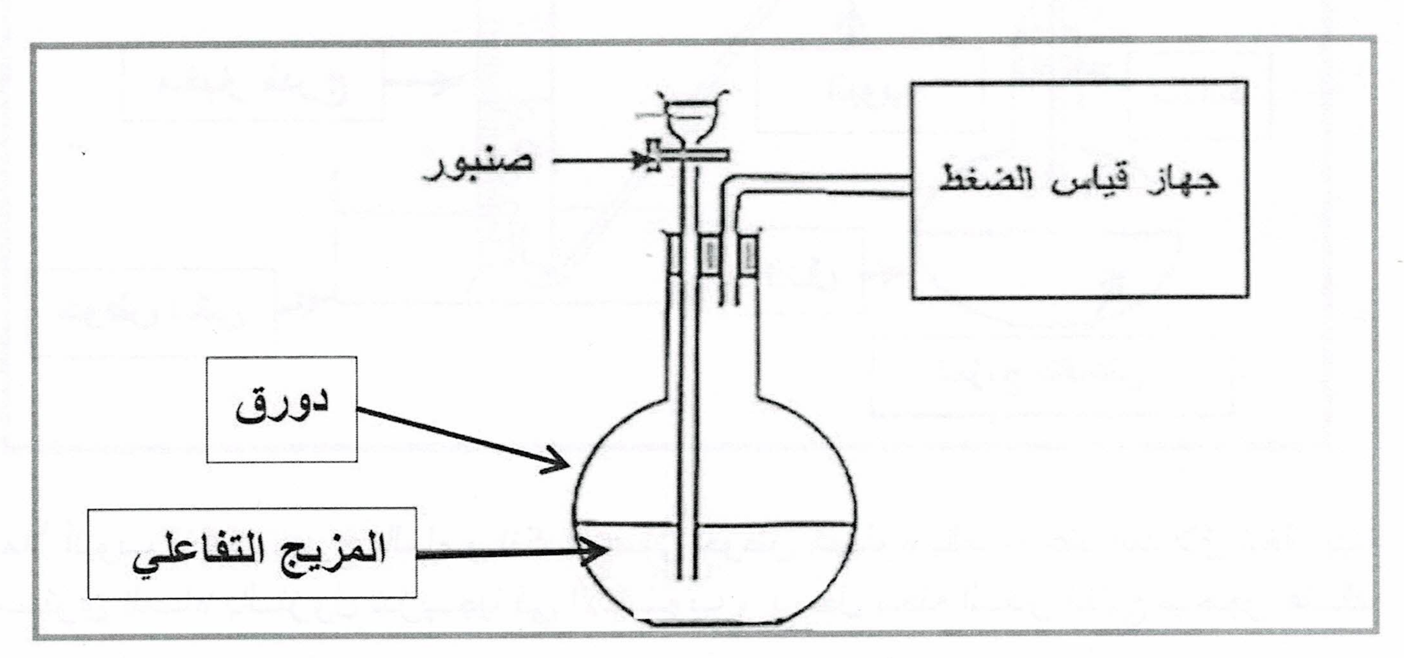
- V حـجم قــياس الغاز بـوحدة m^3

$$ml \xrightarrow{10^{-3}} l \xrightarrow{10^{-3}} m^3$$

- R ثـابت الـغازات المثالـية يــعطى : $R = 8{,}31\ SI$
- T درجــة الحــرارة بوحدة الـكالفن $K°$

$$T(K°) = T(C°) + 273$$

بــروتوكـول تجــريبي لــعملية قــياس ضـغط الــغاز :



II- المحاليل المائية و تراكيزها :

1- حساب التركيز المولي C :

$$C = \frac{n}{V}$$

حيث : C التركيز المولي بوحدة mol/l

V حجم المحلول بوحدة l

n : كمية المادة بالمول

2- المحاليل الممددة :

2-1) تمديد (تخفيف) محلول :

الهدف منه النقص في التركيز

$C_1 > C_2$

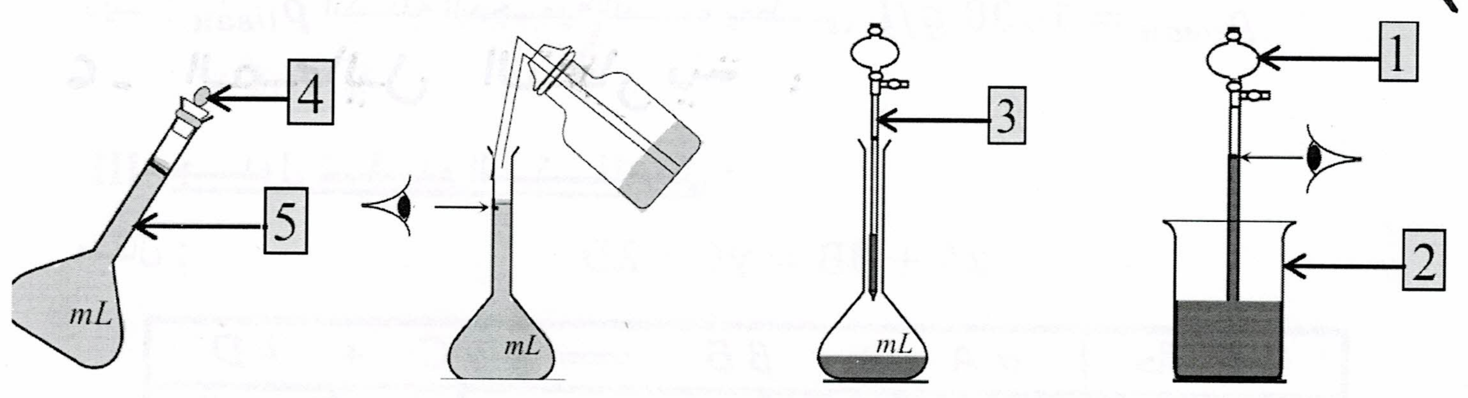
$V_1 < V_2$

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

2-2) معامل التمديد F :

$$F = \frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

2-3) بروتوكول تجريبي لعملية التمديد :



1- سدادة , 2- حوجلة عيارية , 3- إجاصة مص , 4- بيشر , 5- ماصة عيارية

بواسطة ماصة نأخذ حجم V_1 من المحلول (A) و نضعها في حوجلة عيارية سعتها V_2 ثم نضيف الماء المقطر إلى غاية بلوغ التدريجة V_2

3- التركيز الكتلي C_m :

ط 1 :

$$C_m = C.M$$

حيث : C التركيز المولي بوحدة mol/l

M الكتلة المولية بوحدة g/mol

C_m التركيز الكتلي بوحدة mol/l

ط 2 :

$$C_m = \frac{m}{V}$$

حيث : m الكتلة الجسم بوحدة الغرام g

V حـــجم المحلول بوحدة l

C_m التركيــز الكــتلي بوحدة g/l

4- حـــساب الكتلة الحجـــمية ρ :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

حيث : m الكتلة الجسم بوحدة الغرام g

V حـــجم المـادة بوحدة l

ρ الكتــلة الحجــمية بوحدة g/l

5- حـــساب كـثافة المـــواد الـصلبة و الـسائـلة بالنسبة للـــماء رمزهـــا d :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{l/eau}}$$

حيث : $\rho_{l/eau}$ الكــتلة الحجــمية للمـــاء يعطـــى $\rho_{l/eau} = 1000\ g/l$

III- <u>جـــدول تـــقـــدم الــــتـــفاعـــل</u> :

مـثال : $\alpha A + \beta B = \gamma C + \lambda D$

حالة الجملة	αA +	βB =	γC +	λD
الحالة الابتدائية	$n_0(A)$	$n_0(B)$	0	0
الحالة الانتقالية	$n_0(A) - \alpha X$	$n_0(B) - \beta x$	γX	λX
الحالة النهائية	$n_0(A) - \alpha x_f$	$n_0(B) - \beta x_f$	γx_f	λx_f

1- تعريف التقدم الأعظمـــي X_{max} :

يســمى بالتقـــدم الأعظمـــي و هو التـــقدم الـــذي يـبلـغه التـفاعل عندمـــا يختفـــي المتــفاعل المحد

2- تعريف X_f :

يســمى بالتقـــدم النــهائي و هو التـــقدم الـــذي يـبلـغه التـفاعل في الحالة النـــهائـية

3- تـعيين قــيمة X_f :

$$n_0(A) - \alpha X_f = 0 \rightarrow n_0(A) = \alpha X_f \rightarrow X_f = \frac{n_0(A)}{\alpha}$$

$$n_0(B) - \beta X_f = 0 \rightarrow n_0(B) = \beta X_f \rightarrow X_f = \frac{n_0(B)}{\beta}$$

- قيمة X_f الصغيرة هــي التي تــأخذ بـعين الإعــتبار و يـسمى المتفاعل الــمـحد
- تــفاعـل تــام معناه يوجد متفــاعـل واحد عـلى الأقل و منه يكون $X_f = X_{max}$
- إذا كــان $\frac{n(B)}{\beta} = \frac{n(A)}{\alpha}$ فــلا يـوجد متـفاعل مـحـد و نقول أن المزيج سـتكيومـتـري

4- عــبارة كمــية المـادة و عــبارة التــراكـيز المــولية من جـدول التقدم التــفاعل :

أ- كمــية المادة :

(الحــالة الإنــتقــالية)

$$n(A) = n_0(A) - \alpha X \quad , \quad n(B) = n_0(B) - \beta X$$

(الحـــالة النــهائيــة)

$$n_f(A) = n_0(A) - \alpha X_f \quad , \quad n_f(B) = n_0(B) - \beta X_f$$

$$n_f(C) = \gamma X_f \quad , \quad n_f(D) = \lambda X_f$$

ب- التــراكـيز المــولية :

(الحــالة الإنــتقــالية)

$$[A^-] = \frac{n_0(A) - \alpha X}{V_T} \quad , \quad [B^+] = \frac{n_0(B) - \beta X}{V_T}$$

$$[C^-] = \frac{\gamma X}{V_T} \quad , \quad [D^+] = \frac{\lambda X}{V_T}$$

(الحـــالة النــهائيــة)

$$[A^-]_f = \frac{n_0(A) - \alpha X_f}{V_T} \quad , \quad [B^+]_f = \frac{n_0(B) - \beta X_f}{V_T}$$

$$[C^-]_f = \frac{\gamma X_f}{V_T} \quad , \quad [D^+]_f = \frac{\lambda X_f}{V_T}$$

V- الـــناقـــلـية الـــكهربـــائـــية للمـــحالـــيل المـــائـــية الـــشاردية :

- محــلول شاردي هـو محلول يحتوي على شوارد موجبة و شوارد سالبة فهي ناقلة للتيار الكهــربائي
- تزداد نــاقلية محلول شـــاردي للتــيار الــكهربائـــي كلما كـــان تركيزه المولـــي به أكبر

1- حـــــساب الـــناقلية

ط 1 :

$$G = \frac{I}{U}$$

حيث : I شـــدة التيار الـــمار في الـــدارة بوحدة الأمبير A

U شـــدة الـــتوتر تـــقاس بـــوحدة الـــفولـــط V

ط 2 :

$$G = \frac{1}{R}$$

حيث : R المـــقاومـــة بوحدة الأوم Ω

ط 3 :

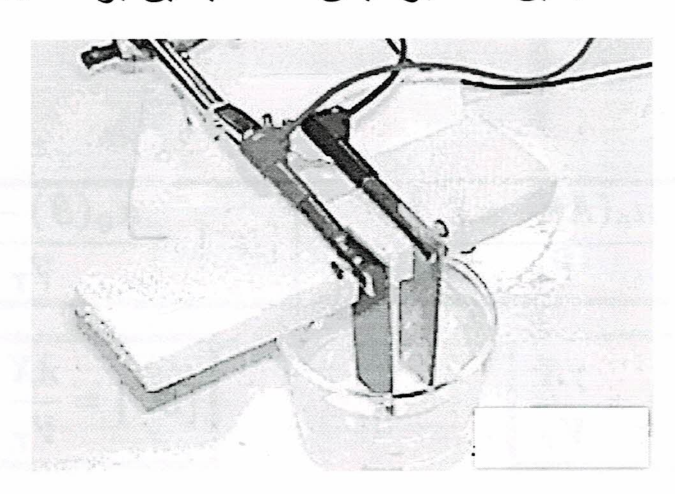
$$G = \sigma . K$$

- K ثـــابت الخلية بـــوحدة m يـــعطـــى بالعلاقـــة :

$$K = \frac{S}{L}$$

حيث : S مـــساحة اللـــبوس المغـــمور في الـــماء بوحدة m^2

L المـــسافة بـــين اللـــبوسيـــن المعدنيـــين بوحدة m



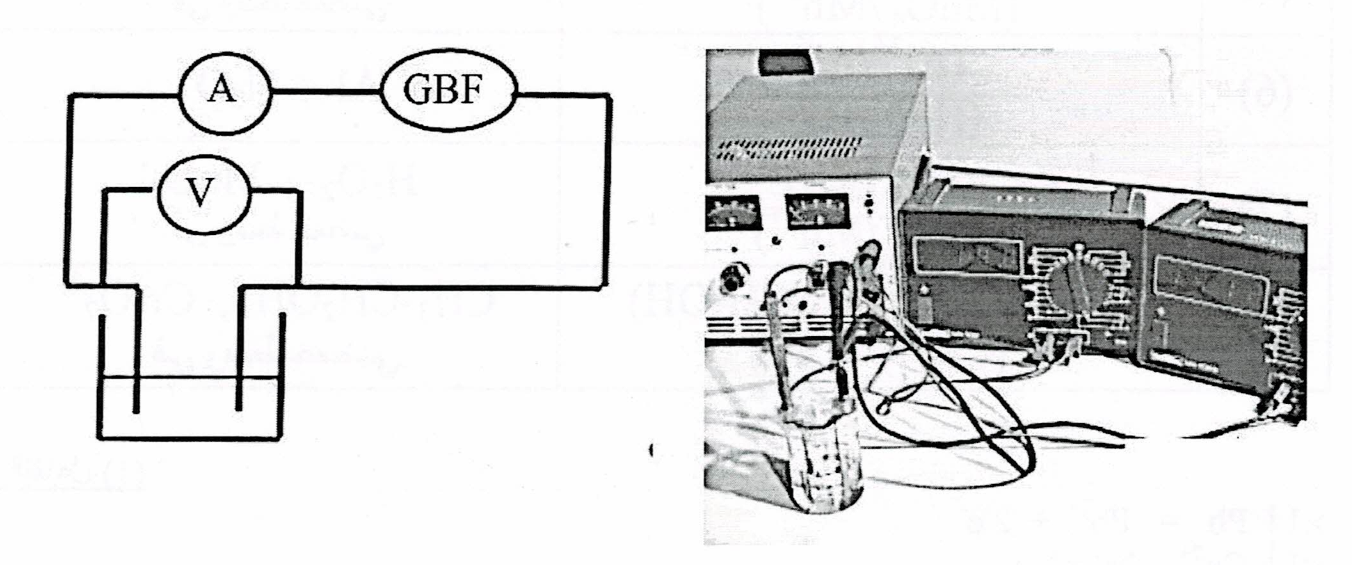
- σ الـــناقـــلية الـــنوعـــية بوحدة s/m تـــعطى بالعلاقـــة :

$$\sigma = \lambda_+[\square^+] + \lambda_-[\square^-]$$

حيث : λ_+ و λ_- الـــناقلية الـــنوعـــية الـــمولية الـــشاردية وحدتهـــا $s.m^2/mol$

$[\ \ ^+]$ و $[\ \ ^-]$ الـــتراكـــيز الـــمولية لـــلشوارد المـــوجبة و الـــسالبة بوحدة mol/m^3

2- بـروتوكـول تجـريبي لـعملية قـياس الـناقلـية :



IV- الأكـسدة الإرجـاعـية :

1- مفـهوم تفاعلـي الأكـسدة و الإرجـاع و تـفاعل الأكـسدة الإرجـاعية :

أ- الأكـسدة : هو كـل تفاعل كيميائي يحـدث فيه فقدان إلكتـرون أو أكـثر

ب- الإرجـاع : هو كـل تفاعل كيميائي يحـدث فيه اكتسـاب إلكتـرون أو أكـثر

ج- المؤكـسد : هو الفرد الكيميائي الذي يكتسب الإلكترونات في تفاعل الإرجـاع

د- المرجـع : هو الفرد الكيميائي الذي يفـقـد الإلكترونات في تفاعل الأكـسـدة

و- الأكـسدة الإرجـاعـية : هو كـل تفاعل كيميائي يحـدث فيه تبادل إلكتـروني بين المرجع و المؤكـسـد حيث يفقد المرجـع $\bar{e}$ أو أكـثر لـيلتقطه المؤكسـد

2- الثـنائـيات الأكسـدة الإرجـاعية (ox / red) :

الفردين الكيميائيين المتفاعلين	الثنائيتين (مر/مؤ) الداخلتين في التفاعل	الحالة
Cu^{2+} , Pb	(Pb^{2+}/Pb) (Cu^{2+}/Cu)	(1)
Fe , Cl_2	(Fe^{3+}/Fe) (Cl_2/Cl^-)	(2)
I^- , $S_2O_8^{2-}$	(I_2/I^-) $(S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-})$	(3)
Fe^{2+} , $Cr_2O_7^{2-}$ **في وسط حمضي**	(Fe^{3+}/Fe^{2+}) $(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+})$	(4)

(5)	(Fe^{3+}/Fe^{2+}) (MnO_4^-/Mn^{2+})	Fe^{2+} , MnO_4^- في وسط حمضي
(6)	(Al^{3+}/Al) (H_3O^+/H_2)	Al , H_3O^+
(7)	(O_2/H_2O_2) (MnO_4^-/Mn^{2+})	H_2O_2 , MnO_4^- في وسط حمضي
(8)	$(CH_3COOH/CH_3\text{-}CH_2OH)$ $(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+})$	$CH_3\text{-}CH_2OH$, $Cr_2O_7^{2-}$ في وسط حمضي

• التفاعل (1)

$$\times 1 \mid Pb = Pb^{2+} + 2e^-$$
$$\times 1 \mid Cu^{2+} + 2e^- = Cu$$
$$Pb + Cu^{2+} = Pb^{2+} + Cu$$

• التفاعل (2)

$$\times 2 \mid Fe = Fe^{3+} + 3e^-$$
$$\times 3 \mid Cl_2 + 2e^- = 2Cl^-$$
$$2Fe + 3Cl_2 = 2Fe^{3+} + 6Cl^-$$

• التفاعل (3)

$$\times 1 \mid 2I^- = I_2 + 2e^-$$
$$\times 1 \mid S_2O_8^{2-} + 2e^- = 2SO_4^{2-}$$
$$2I^- + S_2O_8^{2-} = I_2 + 2SO_4^{2-}$$

• التفاعل (4)

$$\times 6 \mid Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^-$$
$$\times 1 \mid Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O$$
$$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ = 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

• التفاعل (5)

$$\times 5 \mid Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^-$$
$$\times 1 \mid MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$$
$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ = 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

• التفاعل (6)

$$\times 2 \mid Al = Al^{3+} + 3e^-$$
$$\times 3 \mid 2H_3O^+ + 2e^- = H_2 + 2H_2O$$
$$2Al + 6H_3O^+ = 2Al^{3+} + 3H_2 + 6H_2O$$

• التفاعل (7)

$$\times 5 \mid H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-$$
$$\times 2 \mid MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$$

$$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 16H^+ = 5O_2 + 2Mn^{2+} + 10H^+ + 8H_2O$$

و باختزال H^+ يصبح :

$$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

• التفاعل (8)

$$\times 3 \mid CH_3\text{-}CH_2OH + H_2O = CH_3\text{-}COOH + 4H^+ + 4e^-$$
$$\times 2 \mid Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$3CH_3\text{-}CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 28H^+ + 3H_2O = 3CH_3\text{-}COOH + 4Cr^{3+} + 12H^+ + 14H_2O$$

و باختزال H^+ يصبح :

$$3CH_3\text{-}CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H^+ = 3CH_3\text{-}COOH + 4Cr^{3+} + 11H_2O$$

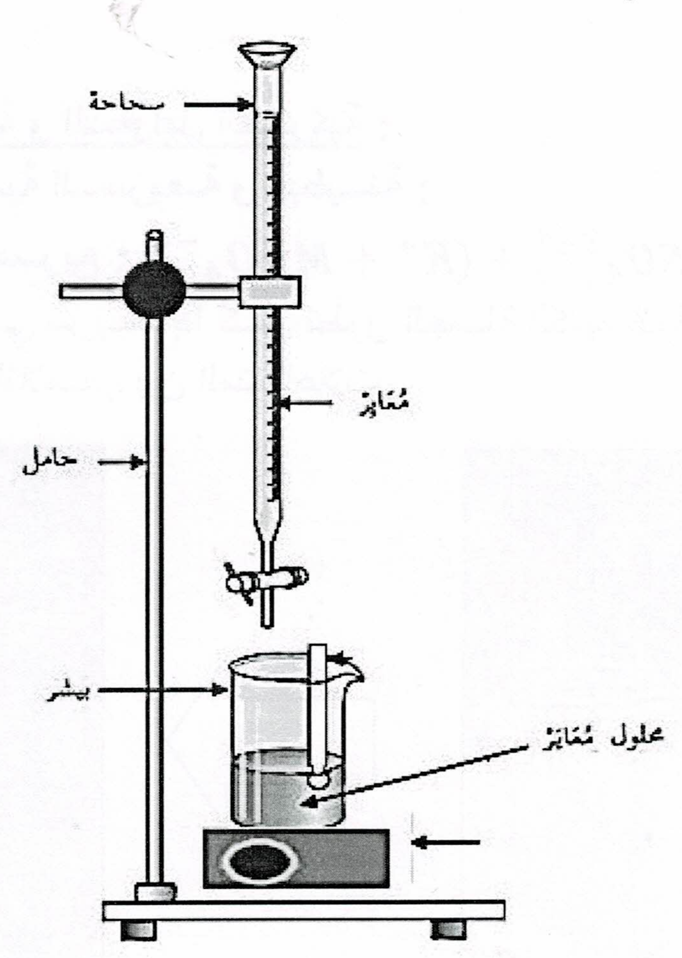
في جـدول التقدم التـفاعل نـعتبر المـــاء H_2O بـوفرة و نعتـــبر H^+ و H_3O^+ بـوفرة إذا لـــم يـــشاركـــوا في الـــثنائـــية

VI- المـــعايرة اللـــونـــية :

الهـدف من المـعايرة هو إيـجاد تـركيز مجـــهول

1- الـبوتـوكـول الـتـجريـــبي لـلـــمعايـــرة :

أ- جــــهاز المـــعايـــرة :



أثناء عملية المعايرة نضيف تدريجيا بـواسطـة السحـاحة المحلول المعايِر إلى المحـلول المعايَر الموجود في بالبـيـشر إلى غـاية بـلوغ نقـطة تسمى نـقطة التكـافؤ

ج- تـعريـف نقطة التـكافـؤ :

يـكون فـيها المزيـج ستكيـومتـري نكشـف عنـه تجريبـيا بتغيـر لـون المزيـج في البيشر إلـى اللون الأزرق البنفسـجي

مـثال :

$$\alpha A + \beta B = \gamma C + \lambda D$$

عند نقـطة التكافـؤ يكـون :

$$\frac{n(A)}{\alpha} = \frac{n(B)}{\beta}$$

$$\frac{C_A V_A}{\alpha} = \frac{C_B V_{BE}}{\beta}$$

حيث : V_A حـجم المحـلول المعايَر بـ l

V_{BE} حـجم المحـلول المعايِر المـضاف عند التكافـؤ بـ l

C_A تـركيز المحـلول المعايَر بـ mol/l

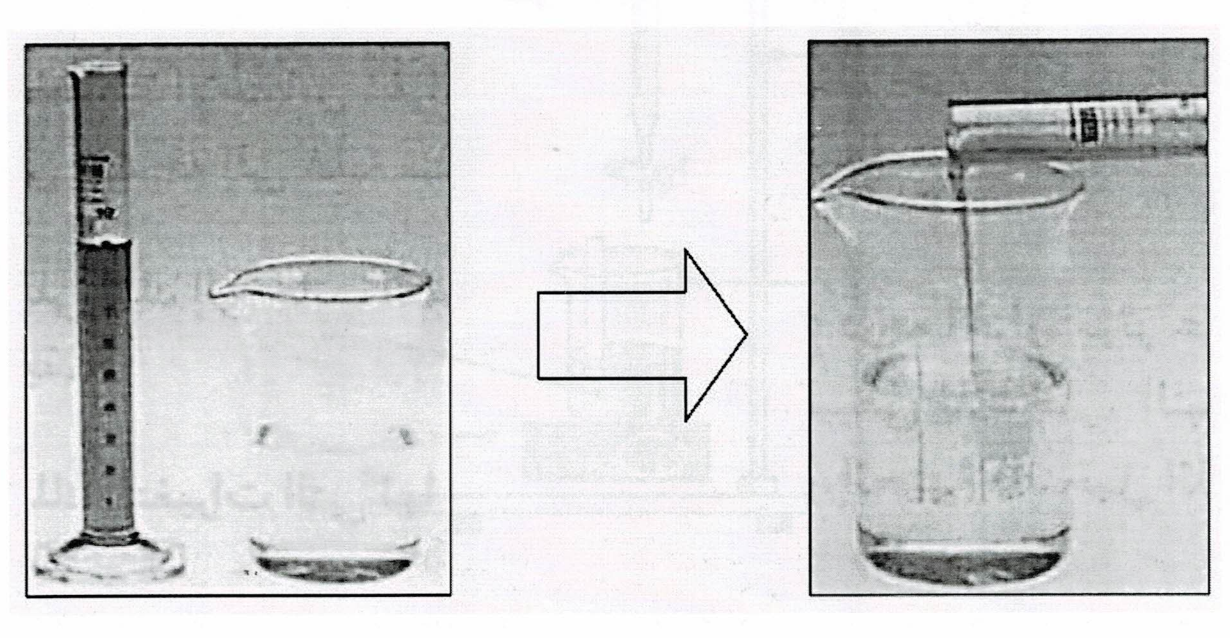
C_B تـركيز المحـلول المعايِر بـ mol/l

VII- <u>المتـابعة الزمـنية و الـعوامل الحـركية</u> :

1- الـتحولات الـكيـميائـية الـسريعـة و البطيـئة :

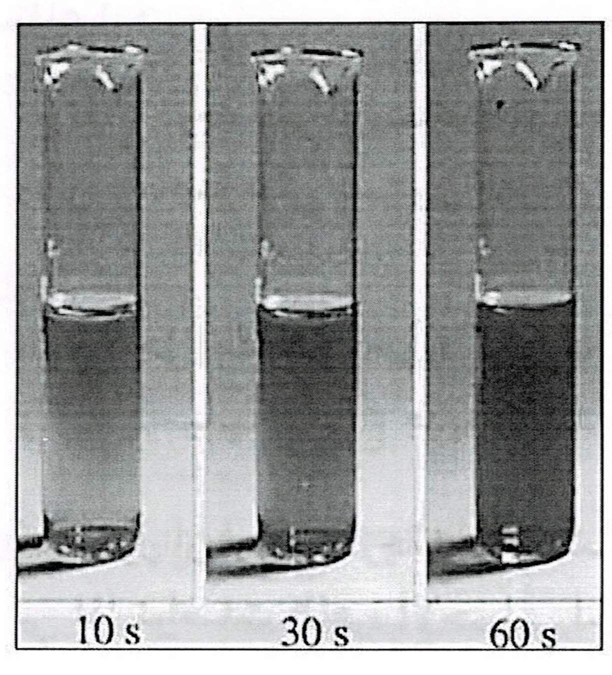
أ- التحول الكيميائي السـريع : $\left(Fe^{2+} + SO_4{}^{2-}\right) + \left(K^+ + MnO_4{}^-\right)$

يـكون التـحول الكـيميائـي سريـعا إذا كـان تطور الجمـلة الكـيميائية يصـل إلـى حـالته النـهائـية مباشـرة عـند التلامـس بين المتـفاعلات



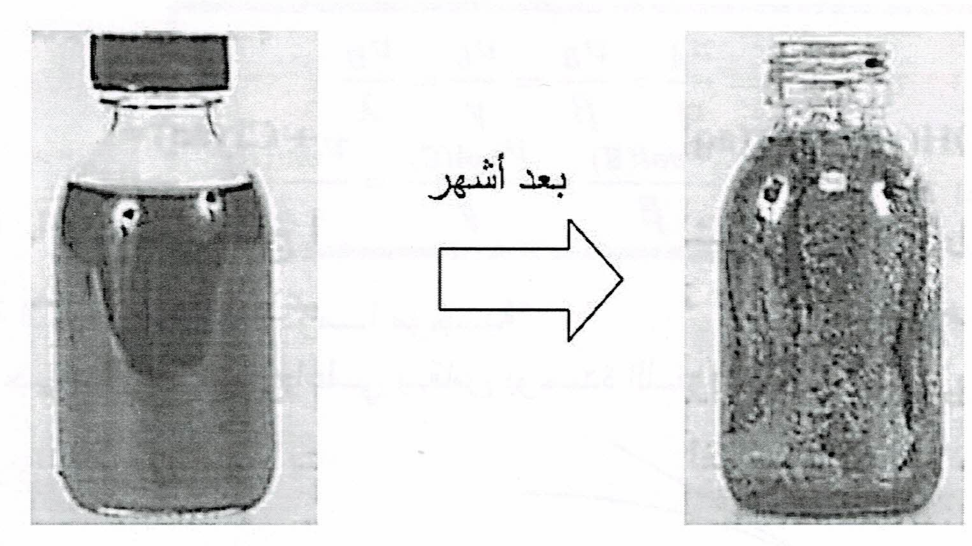
ب- التحول الكيميائي البطـيئ : $(K^{+}+I^{-})+(2K^{+}+S_2O_8{}^{2-})$

يـكون التــحول الكـيميائــي بطـيـئ إذا دامــت مدة التـفاعل عـدة ثـواني أو عــدة دقائـق أو حــتى عــدة ســاعــات كحـد أقــصى .



ج- التحول الكيميائي البطـيئ جـدا : $(KMnO_4)$

يـكون التــحول الكـيميائــي بطيئ جـدا إذا كــان تـطور الجـملة الكـيميائيـة يصـل إلـى حـالته النـهائية بعد عـدة أشـهر أو أيــام و حتـى عدة سـنوات .



2- المتــابعة الزمــنية لـتحول كيميــائــي :

مـلاحظة : تـذكير ببعــض خواص الـمشتقة

$y=\alpha f \Leftrightarrow y'=\alpha f' \Leftrightarrow \frac{dy}{dx}=\alpha\frac{df}{dx}$	$y=(f+g)' \Leftrightarrow y'=f'+g' \Leftrightarrow \frac{dy}{dx}=\frac{df}{dx}+\frac{dg}{dx}$
$y=\alpha-\beta f \Leftrightarrow y'=-\beta f' \Leftrightarrow \frac{dy}{dt}=-\beta\frac{df}{dx}$	$y=\alpha+\beta f \Leftrightarrow y'=\beta f' \Leftrightarrow \frac{dy}{dt}=\beta\frac{df}{dx}$

أ- سـرعة التـفاعل و السـرعة الحـجمـية للـتفاعـل :

- سـرعة التـفاعل :

$$v = \frac{dx}{dt}$$

بوحدة mol/s , mol/min

- السـرعة الحجمية للـتفاعـل :

$$v_{vol} = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

بوحدة $mol/l.s$, $mol/l.min$

- سـرعة الـتشـكل :

$$v = \frac{dn}{dt}$$

- الـسرعة الحـجمـية للـتشـكل :

$$v_{vol} = \frac{1}{V}\frac{dn}{dt}$$

- سـرعة الإخـتفاء :

$$v = -\frac{dn}{dt}$$

- الـسرعة الـحجمـية للإخـتفاء :

$$v_{vol} = -\frac{1}{V}\frac{dn}{dt}$$

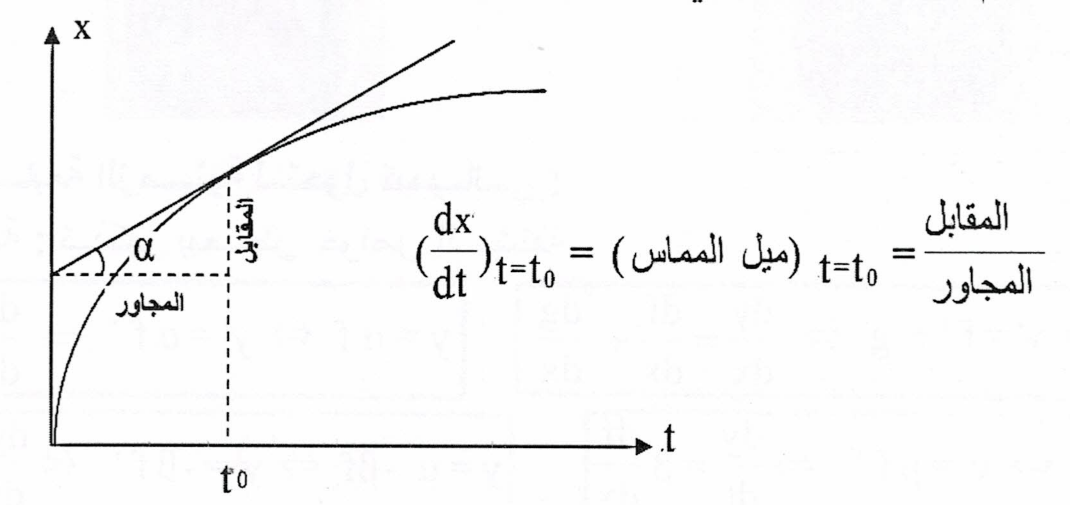
مـلاحظـة : $\alpha A + \beta B = \gamma C + \lambda D$

يمكــن إيـجاد علاقــة بين الـسرعات اللحــظية و الـسرعات الحـجمية اللـحظية (تـشكل إخــتفاء أو تـفاعل)

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{v_A}{\alpha} = \frac{v_B}{\beta} = \frac{v_C}{\gamma} = \frac{v_D}{\lambda}$$

$$v_{vol} = \frac{v_{vol(A)}}{\alpha} = \frac{v_{vol(B)}}{\beta} = \frac{v_{vol(C)}}{\gamma} = \frac{v_{vol(D)}}{\lambda}$$

- سـرعة الـتفاعـل تـكون دومـا موجـبة
- V هو حـجم الوسـط التـفاعلـي يـقاس بوحـدة اللـتر l



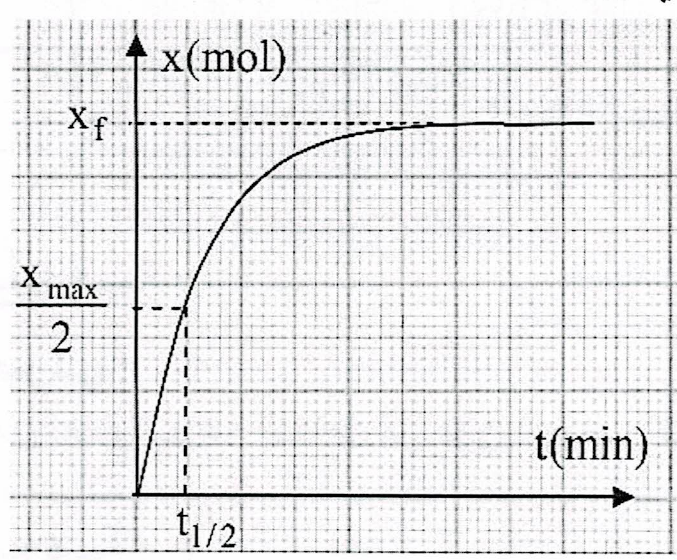
ب- زمـــن نصــف التــفاعل :

- **تــعريفه :**

هــو الزمــن اللازم لــبلوغ الــتفاعل نصــف تقدمــه الأعــظمــي أي :

$$t = t_{\frac{1}{2}} \rightarrow x\left(t_{\frac{1}{2}}\right) = \frac{x_f}{2}$$
$$t = t_f \rightarrow x(t_f) = x_f$$

- **إيــجاد قيـمته بـيانيـا :**

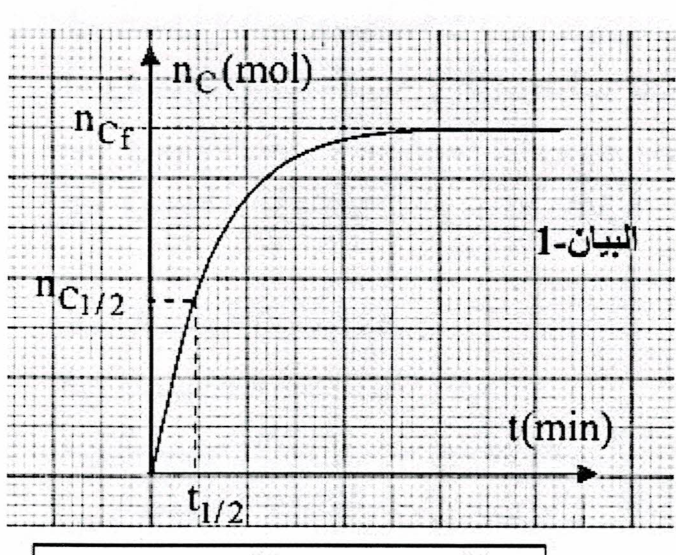


- **أهـمية زمـــن نصــف التــفاعل :**

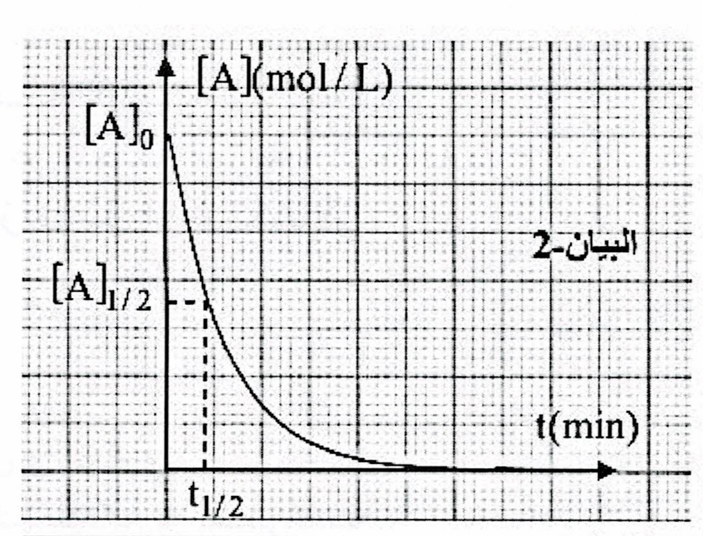
المــقارنة بين سرعــة تفاعــلين لــنفس التحــول الكيميائـــي معــناه كلما كــان $t_{\frac{1}{2}}$ أصـــغر كــان التحول أســـرع

معرفة المــدة التــقريبيــة لنــهاية التــفاعل $4t_{\frac{1}{2}} \leq t_f \leq 7t_{\frac{1}{2}}$

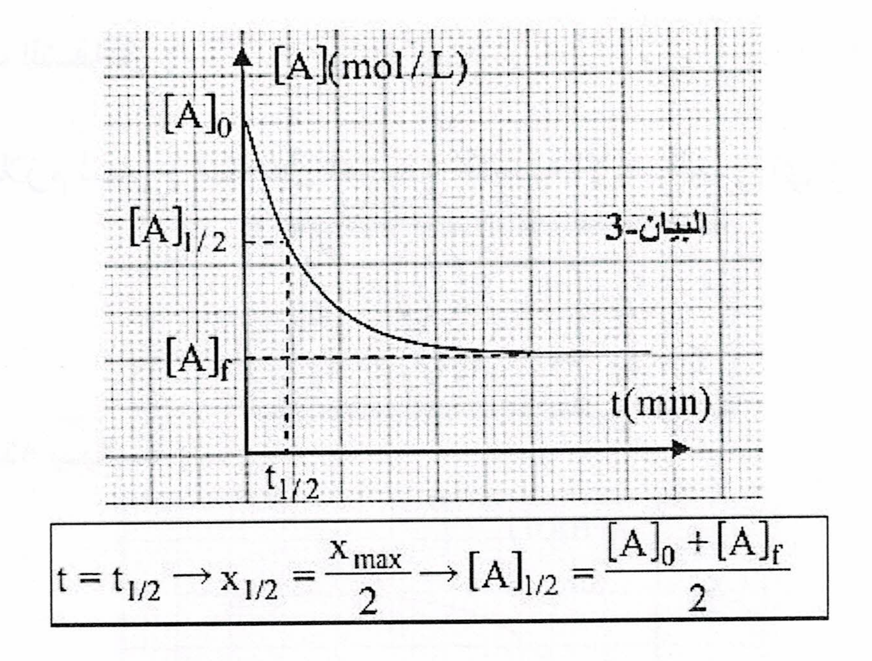
حــالات خـــاصة :



$t = t_{1/2} \rightarrow x_{1/2} = \frac{x_{max}}{2} \rightarrow n_{C1/2} = \frac{n_{Cf}}{2}$



$t = t_{1/2} \rightarrow x_{1/2} = \frac{x_{max}}{2} \rightarrow [A]_{1/2} = \frac{[A]_0}{2}$



$$t = t_{1/2} \rightarrow x_{1/2} = \frac{x_{max}}{2} \rightarrow [A]_{1/2} = \frac{[A]_0 + [A]_f}{2}$$

VIII- العوامل الحركية :

1- تعريف العامل الحركي :

هو كل عامل يمكن من تغيير سرعة التفاعل من دون أن يغير في حالة الجملة الكيميائية النهائية

2- أهم العوامل الحركية :

أ- درجة الحرارة : كلما ارتفعت درجة الحرارة تتزايد سرعة التفاعل

ب- التركيز الإبتدائي للمتفاعلات : كلما زاد التركيز زادت سرعة التفاعل

ج- الوسيط : هو كل نوع كميائي يسرع التحول الكيميائي دون أن يشارك في التفاعل أي في التفاعل أي لا يظهر في معادلة التفاعل الكيميائي و لا يغير الحالة النهائية

- عملية تأثير الوسيط على التفاعل الكيميائي تسمى الوساطة

3- أنواع الوساطة :

أ- وساطة متجانسة : الوسيط له نفس الحالة الفيزيائية للمتفاعلات

ب- وساطة غير متجانسة : الوسيط يختلف عن الحالة الفيزيائية للمتفاعلات

ج- وساطة أنزيمية : الوسيط عبارة عن أنزيم مثل أنزيم الكاتالاز

4- أهمية الوسيط :

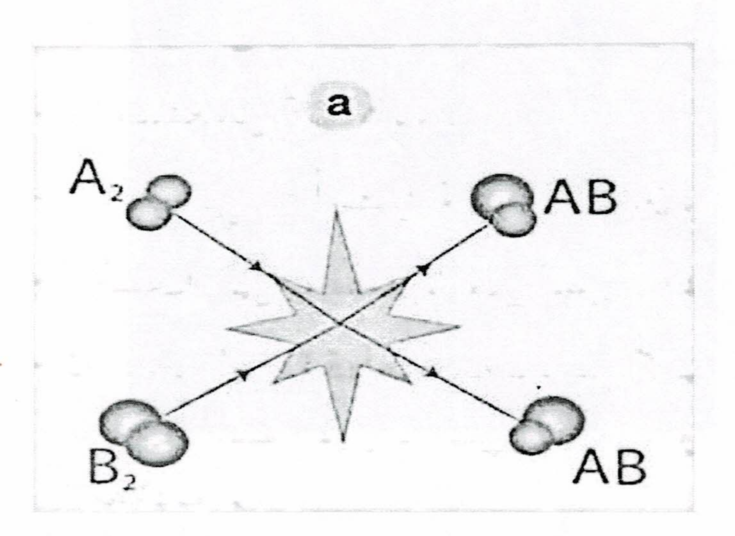
في الصناعة الغذائية

في الطب الأنزيمات تساعد على التشخيص و التداوي

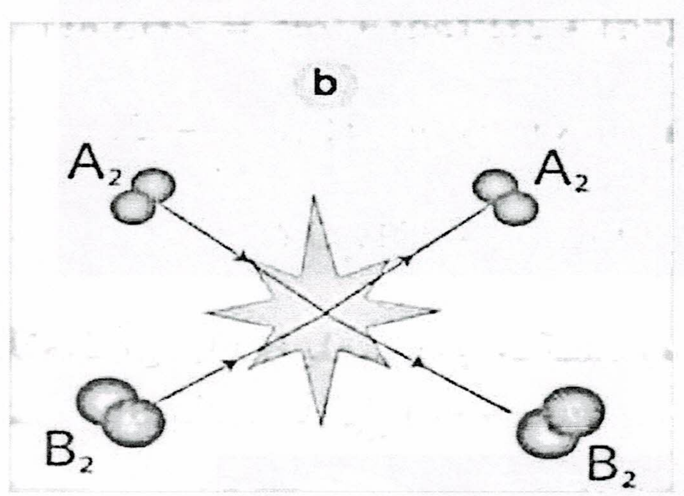
في الصناعة خاصة مجال البترول , المواد البلاستيكية و الملونات

5- التفسير المجهري لتأثير درجة الحرارة و التراكيز الإبتدائية :

- كلما كان عدد التصادمات الفعالة في وحدة الزمن أكثر يكون التفاعل أسرع.
- بإزدياد درجة حرارة الوسط التفاعلي تزداد سرعة حركة الأفراد الكيميائية للمتفاعلات و بالتالي زيادة عدد التصادمات الفعالة و منه تزداد سرعة التفاعل.
- بإزدياد التراكيز المولية الإبتدائية للمتفاعلات يزداد عدد الأفراد الكيميائية المتفاعلة في وحدة الحجوم و بالتالي زيادة عدد التصادمات و منه تزداد سرعة التفاعل .



تصادم فعال



تصادم غير فعال